

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ

KATEDRA MECHANICKÉ TECHNOLOGIE

PÉČE O INVESTIČNÍ MAJETEK
MAINTENANCE MANAGEMENT

Student:

Miroslav Foitzik

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Josef Novák, CSc.

Ostrava 2010

Zadání bakalářské práce

Student: **Miroslav Foitzik**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2301R040 Průmyslové inženýrství**
Téma: **Péče o investiční majetek
Maintenance Management**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného systému.
2. Posouzení funkce současného stavu.
3. Návrhy a opatření na zdokonalení celkové funkce systému.
4. Návrh na vypracování komplexního systému.
5. Zhodnocení navrženého řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

NOVÁK, Josef. *Datová základna pro údržbu, montáže a další pomocné a obslužné práce: soubor základních technologických postupů*. Ostrava, 2004. 266 s.
NOVÁK, Josef, HRYZLÁK, Jan. *Ekonomika a řízení provozů* [online]. Ostrava: FS Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2008–. [cit.2008-12-14].
URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/ekonomika-a-řízení-provozu.pdf>
MORAVEC, Vladimír. *Pevnost a životnost dynamicky namáhaných strojních součástí*. Ostrava: VŠB-TUO, 2005. 100 s. ISBN 80-248-0980-X
TOMEK, Gustav, VÁVROVÁ, Věra. *Řízení výroby*. Praha: Grada Publishing, 1999. 439 s. ISBN 80-7169-578-5

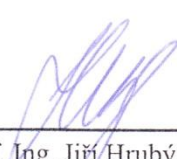
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Josef Novák, CSc.**

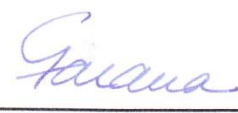
Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010






prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci na téma „Péče o investiční majetek“ včetně všech příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce doc. Ing. Josefem Novákem, CSc. a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 13. května 2010




podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové (bakalářské) práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠBTUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 13. května 2010



podpis studenta

Adresa trvalého pobytu

Miroslav Foitzik

Bělá 5, 747 23 Bolatice

Okr. Opava

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

FOITZIK, M. *Péče o investiční majetek*: bakalářská práce. OSTRAVA: VŠB -Technická universita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2010, s. Vedoucí práce: doc. Ing. Josef Novák, Csc.

Bakalářská práce se zabývá problematikou přechodu ze současného koksárenského plynu na zemní plyn, snižování spotřeby a přestavby starých ocelových konstrukcí na nové a použití nových topných hořákových systémů a nových druhů izolačních vyzdívek a měřicí techniky. Dále se v této práci zmiňuji o lepší hospodárnosti provozu plynových pecí, jakož to o využití odpadního tepla pomocí rekuperace pro ohřev spalovacího vzduchu přiváděného do trysek hořáků, tak pro ohřev vzduchu a vody. O moderních systémech řízení požadovaného vyhřívání a udržování teplot pecí počítačovou technikou.

ANNOTATION OF THESIS

FOITZIK, M. *Care for Investment Property*, bachelor thesis. OSTRAVA: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2010 s.

Supervisor: doc. Ing. Josef Novák, Csc.

This bachelor thesis deals with the questions of transition from contemporary coke oven gas to natural gas, consumption reduction, old steel structures reconstruction and use of new burner heating systems, new kinds of insulating linings and techniques of measurement. Further, this bachelor thesis refers to better gas furnace operating economy, as to heat recovery by means of recuperation of both air combustion heating, which is fed into burner nozzles, and air and water heating and to modern control systems of required heating and regulation of furnace heat by computer technology.

OBSAH

OBSAH	1
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	3
1. ÚVOD	4
2. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	5
2.1. Představení společnosti VÍTKOVICE MECHANIKA, a.s.	5
2.2. Organizační struktura.....	6
2.3. Politika jakosti	7
2.4. Přehled pecí ve VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY	9
2.5. Úsek ohřívacích pecí.....	10
3. POSOUZENÍ FUNKCE SOUČASNÉHO STAVU	11
3.1. Podstata a cíle racionalizace	11
3.2. Racionalizace provozu žíhacích a ohřívacích pecí	11
3.3. Vozové pece.....	12
3.3.1. Popis pece	14
4. NÁVRHY A OPATŘENÍ NA ZDOKONALENÍ CELKOVÉ FUNKCE SYSTÉMU 16	
4.1. Modernizace průmyslových plynových pecí	16
4.2. Principy předkládaného technického řešení	17
4.3. Výběr paliva.....	17
4.4. Vlastnosti zemního plynu	18
4.5. Hospodárnost provozu plynových pecí.....	19
4.6. Topné systémy	21
4.6.1. Regenerační hořák typu REGEMAT	21
4.6.2. Regenerační hořák REGENS Multiflame.....	22

4.7. Zabezpečení topných systémů plynových pecí.....	23
4.8. Přenos tepla v pracovním prostoru plynových pecí.....	24
4.9. Vyzdívky pecí	25
4.9.1. Vyzdívky žíhacích pecí.....	25
4.9.2. Vyzdívky ohřívacích pecí	26
4.10. Druhy vyzdívky a izolací	27
4.10.1. Žáruvzdorné a izolační materiály šamotového typu	29
4.10.2. Ocelové konstrukce.....	30
4.10.3. Rekuperace a regenerace	31
4.10.4. Elektroinstalace a řídicí systém	31
4.10.5. Komínové systémy	32
5. NÁVRH NA VYPRACOVÁNÍ KOMPLEXNÍHO SYSTÉMU	34
5.1. Cena rekonstruované pece	34
5.2. Cena nové pece	35
6. ZHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ.....	37
6.1. Úspory plynu – ohřívací pece	37
6.2. Vozové a komorové ohřívací pece.....	37
6.3. Úspory plynu – žíhací pece.....	38
6.4. Vyhodnocení úspor	38
6.5. Porovnání alternativních řešení u ohřívacích pecí	39
7. ZÁVĚR	40
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	42
PŘÍLOHY	43

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BO	Běžná oprava
SO	Střední oprava
GO	Generální oprava
Ú	Úspora tepla předeřhřátím spalovacího vzduchu [%]
Hi	Výhřevnost plynného paliva [kJ.m^{-3}]
Qv	Teplo dodané pecí skutečným objemem
Vs	Skutečný objem spalin [$\text{m}^3.\text{m}^{-3}$]
c^s_{sp}	Střední měrná tepelná kapacita spalin [$\text{kJ.m}^{-3}.\text{°C}^{-1}$]
t_{1sp}	Teplota spalin na vstupu do rekuperátoru (regenerátoru) [°C]
Tk	Teplotní koeficient
P	Spotřeba plynu [%]
Ú	Úspora [Kč]
Ssm	Spotřeba směsného plynu u starého zařízení
Csm	Cena 1Nm^3 směsného plynu [Kč/ Nm^3]
Czp	Cena 1Nm^3 zemního plynu [Kč/ Nm^3]

1. ÚVOD

Všechny průmyslové podniky se v současné době nacházejí pod stále větším tlakem rostoucí globální konkurence. Úspěšnost a konkurenceschopnost firmy je dána efektivitou a flexibilitou výrobních procesů. Výroba produktů úspěšných na trhu podléhá neustálým tlakům a výzvám, které přinášejí jak požadavky poptávajících, tak používané technologie a infrastrukturní změny makroprostředí, ve kterém se firma pohybuje. Podnik musí umět na takovou situaci včas reagovat a to ornamentní diferenciací produktů a s nimi poskytovaných služeb. Musí přizpůsobit systém řízení a organizací firmy tak, aby mohl optimálně využívat vnitřních zdrojů a to v celém rozsahu podnikatelského procesu, zejména intenzivním využíváním všech vstupů a zajištěním efektivností při realizaci. Nákladový tlak nutí podniky, aby kontinuálně urychlovaly racionalizaci.

Racionalizace a optimalizace výroby je dnes často skloňovaným termínem. Základní současná výzva zní: „Jakým způsobem redukovat všechno, co zvyšuje náklady výrobku nebo služby aniž by to zvyšovalo jejich hodnotu?“

Podnik pracuje efektivně, pokud v maximální míře využívá energii, stroje, materiál a pracovní sílu.

Cílem mé bakalářské práce je postup zmodernizování a rekonstrukce žíhacích a ohřívacích pecí, z důvodů změny a ukončení dodávky směsného a koksárenského plynu na zemní plyn a použití nových materiálů z důvodů ušetření provozních nákladů na energii.

2. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

2.1. Představení společnosti VÍTKOVICE MECHANIKA, a.s.

Historie podniku

První zmínka o vzniku Vítkovických železáren spadá do poloviny dvacátých let 19. století a založil ji olomoucký arcibiskup arcivévoda Rudolf Jan. První pudlovací pec v rakouské monarchii byla zapálená v Rudolfově huti, jak byly železárny nazvány. Postupem doby a politických událostí, které následovaly, měnily Vítkovické železárny své majitele, a byly rozšiřovány o další dílny jako kovárna, slévárna, válcovna, dále pak o vrtárnu a strojní zámečnictví a výrobu žáruvzdorných cihel. Organizace podniku se neustále přetvářela a i po založení akciové společnosti v únoru 1992. Z podniku byly vyčleněny činnosti, které nepřímo souvisely s výrobou. Z podnikatelských jednotek a nákladových středisek vznikly samostatné dceřiné společnosti. Řada z nich byla externalizována a přešla do vlastnictví nových majitelů. To se rovněž projevilo ve změně výrobního programu společnosti. Založení dceřiné společnosti VÍTKOVICE-Strojírenství a.s. na konci roku 2002 byl završen proces přeměny akciové společnosti VÍTKOVICE na společnost holdingového charakteru.

V rámci transparentního označení jednoznačné příslušnosti ke skupině VÍTKOVICE, podpory značky a cíleného oslovení klientů změnila společnost od 1. 6. 2005 název na VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s.

Současnost podniku

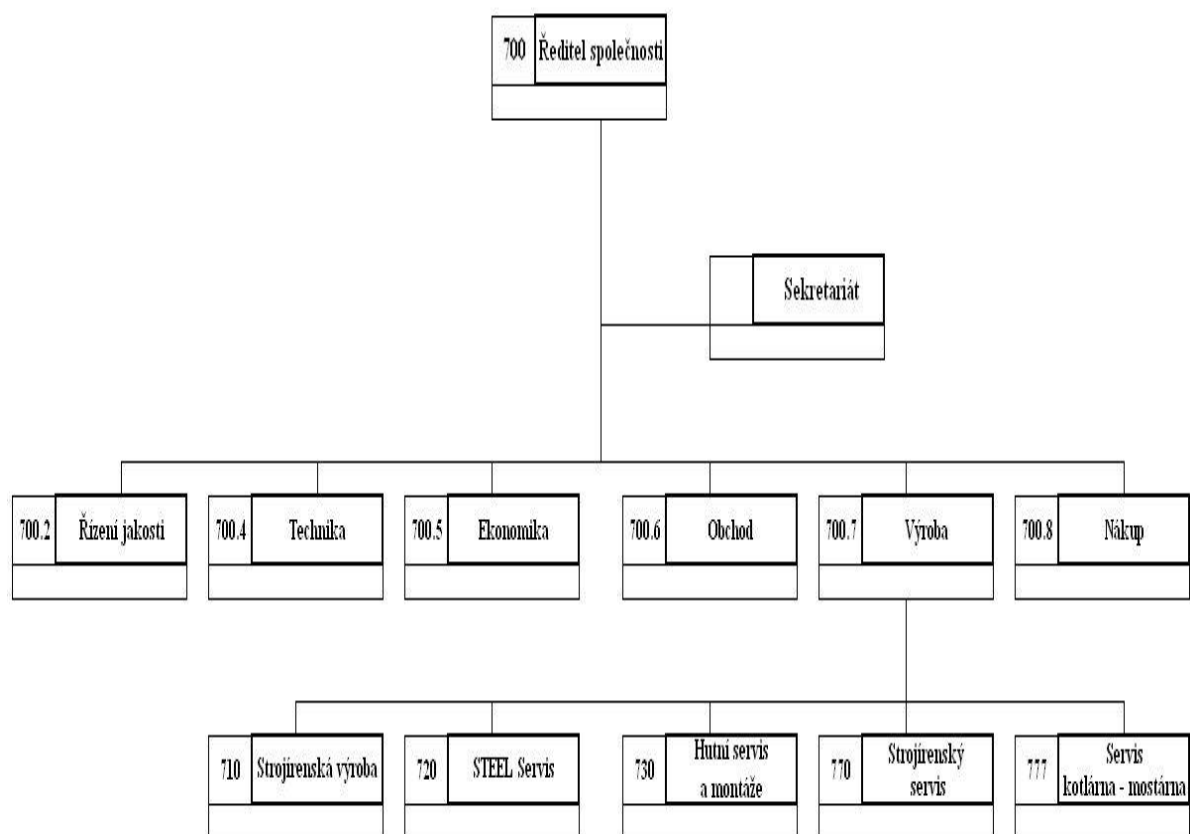
Společnost Vítkovice mechanika a.s. udržuje se všemi organizačními jednotkami ve Vítkovicích a.s. nejužší spolupráci. Proto dokážeme pro externího i interního zákazníka zajistit jakoukoliv službu či výrobek v rámci výrobního programu Vítkovice a.s. Jsme zvyklí otevřeně se zákazníkem konzultovat všechny otázky a hledat řešení k oboustranné spokojenosti. Zajišťujeme a provádíme kompletní servis BO, SO, GO, investiční akce a jejich koordinaci. Ukončení každé akce je dokumentováno protokolem a dohodnutou zárukou.

V pohotovosti jsou 24 hodin denně poruchová služba strojní, elektro, měření a regulaci. Řízení naléhavých požadavků je garantováno trvale přítomným

a kompetentním vedoucím směny. Tyto služby jsme připraveni rozšířit na kteréhokoliv zákazníka interního i externího.

2.2. Organizační struktura

Společnost Vítkovice Mechanika, a.s. se organizačně člení a jedno výrobní středisko a čtyři servisní střediska, která spadají pod výrobu a jsou řízená jednotlivými vedoucími pro daný úsek. Celá společnost je pak řízená generálním ředitelem a má společný ekonomický útvar. Organizační struktura Vítkovice Mechanika a.s. je znázorněná na Obr. č.1.



Obr. 1: Organizační schéma

2.3. Politika jakosti

Vedení společnosti vyhláší níže uvedenou politiku jakosti nezavedeným systémem managementu jakosti, a zavazuje se, že veškerou snahu a úsilí zaměří na plné uspokojení požadavku zákazníků a na dosažení významné pozice na tuzemském trhu.

Zavedením systému managementu jakosti, vznikají předpoklady i pro další rozvoj výrobního sortimentu, produktů, dosažení jejich nejvyšší úrovně a dobrého jména naší společnosti. Společnost klade důraz na dodržování platných zákonů a předpisů, trvalé zlepšování systému managementu jakosti a pracovního prostředí ve společnosti.

Ke splnění politiky jakosti je důležité:

Ve vztahu k zákazníkům:

- Dosáhnout maximální spokojenosti současných i budoucích zákazníků na základě jejich stanovených potřeb požadavků.
- Pružně reagovat na změny požadavků zákazníků a legislativních předpisů.
- Neustále zlepšovat činnosti spojené s nabídkou, uzavíráním smlouvy, nákupem, výrobou poskytováním služeb.

Ve vztahu k zaměstnancům:

- Zapojovat zaměstnance do týmové práce při udržování, zlepšování a rozvoje systému managementu jakosti.
- Zajišťovat vyšší výkonnost zaměstnanců zvyšováním odborného růstu, vzděláváním a motivací.
- Zajišťovat příjemné pracovní prostředí pro zaměstnance.
- Dbát na ochranu životního prostředí a na zdraví všech zaměstnanců.

Ve vztahu k dodavatelům:

- Zabezpečit kvalitní vstupní materiály výběrem způsobilých dodavatelů.

- Vytvářet otevřenou komunikaci a vzájemně prospěšné vztahy s dodavateli.
- Brát dodavatele jako rovnocenného partnera.

Ve vztahu k jakosti:

- Zabezpečovat vysokou jakost našich produktů.
- Neustále uplatňovat při výrobě odpovídající technologie v souladu s novými poznatky v oboru.
- Zabezpečovat výrobu pomocí způsobilého výrobního zařízení.
- Zavádět nové metody pro zabezpečení jakosti.

Na úseku 730 Hutní servis a montáže je úkolem vyrábět, opravovat a renovovat ocelové konstrukce různých typů a tvarů. Rovněž se také vyrábí a renovují průmyslové pece, o kterých se budu nyní zmiňovat v této bakalářské práci.

Průmyslové pece

Odpovídající výkon, minimální nutná spotřeba topného média, dostatečně odolná konstrukce, kvalitní doprovodná zařízení a dlouhodobě odolné vyzdívky. To jsou základní požadavky, které musí splňovat současná průmyslová pec. Ty se značkou VÍTKOVICE je rozhodně splňují! Není divu. Vždyť projektování a dodávky průmyslových pecí sahají ve vítkovické historii až do devadesátých let 19. Století. Pro vítkovickou kovárnu založenou v roce 1889 byly nejprve dovezeny dvě pece z Německa, další dvě však už byly vyprojektovány a vyrobeny přímo ve firmě. Tento okamžik nastartoval výrobu, která převážně souvisí s vítkovickými dodávkami velkých investičních celků, především válcoven plechů, profilů, trub a také pecí pro těžké kovářny.

V průběhu 20. Století se v technickém rozvoji oboru Průmyslové pece odrazil jak vlastní vývoj, tak nákup licencí a spolupráce s předními výrobci jednotlivých komponentů. Výrazným faktorem rozvoje však byly především vysoce profesionální odborníci, kteří vždy byli a jsou součástí všech vítkovických společností. A právě díky zmíněným faktorům, jako jsou tradice, kvalifikovaní lidé a spolupráce s předními

výrobci jednotlivých uzlů, se dnes ve skupině VÍTKOVICE MACHINERY GROUP vyrábí velmi kvalitní pecní agregáty srovnatelné s předními evropskými dodavateli pecí.

Všechny vítkovické pecní agregáty jsou výhradně osazovány digitálními řídicími systémy, které při současných požadavcích na přesnost ohřevu tepelného zpracování a dosažení požadovaných gradientů eliminují vliv lidského faktoru. Díky kvalitnímu spojení konstrukce pece, otopného systému a digitálnímu řízení je při zpracování materiálu v pecích dosahováno pozoruhodných výsledků. U ohřívacích pecí jsou průměrné teploty vsazky standardně lepší než $\pm 50^{\circ}\text{C}$, u pecí pro tepelné zpracování je tento výsledek ještě kvalitnější. Výborné výsledky se týkají i spotřeby paliva. Od toho se samozřejmě odvíjí minimální tvorba skleníkových plynů, především CO_2 a dalších nežádoucích prvků jako je NO_x . Důraz je tedy kladen nejen na kvalitu pecních agregátů a jejich špičkové provozní výkony, ale také na vše, co přispívá k minimalizaci negativního vlivu těchto zařízení na životní prostředí.¹

2.4. Přehled pecí ve VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY

Ve VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY je v současné době v provozu 62 pecí, z toho 1 karuselová, 1 kroková, 1 strkáč, 1 šachtová a 58 komorových pecí. Z komorových pecí je pět pecí s pevnou půdou a zbytek vozových. Většina těchto pecí jsou velmi zastaralé konstrukce, dané obdobím uvedení do provozu kolem roku 1954. Jsou to klasické šamotem vyzdžené pece s klenbovým stropem a odtahem v zadní stěně. Topný systém je tvořen 12 trubkovými hořáky typu trubka v trubce. Regulace teploty, příkonu a spalovacího poměru je automatická, zastaralé koncepce. Provoz topení pece je řešen jako jednozonový se spojitou regulací příkonu plynu a spalovacího vzduchu pomocí regulačních klapek ovládaných servopohony. Spalovací vzduch je předehříván v trubkovém rekuperátoru, který je umístěn v odtahu za pecí. Pro schopnost provozu těchto hořáků se museli tyto hořáky v devadesátých letech modernizovat. Moderní hořáky tohoto typu pak mají elektrické zapalování a hlídání plamene (pro agregáty pracující s teplotou pece menší než 700°C). Zapalování je pak buďto přímé, nebo zapalovacím hořákem, který je zapalován elektricky. Hlídání plamene hlavního hořáku

¹ Průmyslové pece. *Vítkovické noviny*. Srpen 2009, 8., s. 2.

je obvykle provedeno UV sondou, hlídání zapalovacího (stabilizačního) hořáku je ionizační elektrodou.

2.5. Úsek ohřívacích pecí

Na provozu 340.42 lisovny úseku Kunčice je v současné době postaveno celkem 14 průmyslových ohřívacích pecí otápěných plyným palivem. Tyto pece jsou využívány pro ohřev ingotu a předkovku před tvářením za tepla na lisu 120 MN.

Z původního počtu pecí jsou v současné době mimo provoz pece č. 5, 11, 12, 13 a kroková pec. Výhled plánu využití pecního parku pro splnění výrobních zakázek dle mínění provozovatele počítá s nezbytným zachováním a postupnou modernizací celkem devíti ohřívacích pecí. Všechny tyto uvedené pece jsou pecemi komorovými s výjezdným vozem a s periodickým provozem.

3. POSOUZENÍ FUNKCE SOUČASNÉHO STAVU

3.1. Podstata a cíle racionalizace

Podstatou racionalizace je nepřetržité zdokonalování výrobního systému.

Cílem je výrobní proces probíhající se stále vyšší úrovni techniky, technologie, organizace práce, výroby i řízení.

Základem racionalizace je odstranění zbytečných ztrát a využití existujících rezerv. Zároveň směřuje k zavádění nových technických a organizačních opatření.

Racionalizační opatření

Soubor technicko-organizačních a psychologických metod, postupů a opatření, vedoucích ke zvýšení produktivity práce.

Cíl racionalizace

Maximální zvýšení produktivity při minimálních investicích. Racionalizace je vždy podložena ekonomickou kalkulací, směřuje k rentabilitě a hospodárnosti.

Základní postup racionalizace

- poznání (analýza) pracovního systému,
- posouzení funkce současného pracovního systému,
- generování racionalizačních opatření,
- realizace opatření,
- vyhodnocení přínosů.²

3.2. Racionalizace provozu žíhacích a ohřívacích pecí

Po prohlídce pecí a analýz zjišťujeme informace o technickém stavu a parametrech jakosti ohřevu, spotřeb energií na nich dosahovaných lze říci, že ohřev

² *Racionalizace výroby* [online]. Ostrava (Česká republika): FS Vysoká škola báňská - Technická universita Ostrava, 2008. [cit.2009-03-12]. URL:<http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/racionalizace-vyroby.pdf>

ingotů a předkovků pro tváření je enormně energeticky náročný i přesto, že je do pecí v drtivé většině sázená teplá vsázka. Je to dáno, jednak organizací složitých křivek ohřevu, při nichž je nutné provádět několik mezhřevů, kdy vesměs nelze zaručit optimální využití pecí, ale ve značné míře špatné využití spotřebované energie vyplývá ze zastaralosti a stavu technologických zařízení a systému regulace a řízení pecí.

Důvody pro racionalizaci žíhacích a ohřívacích pecí

- Vysoké časové vytížení,
- Modernizace,
- Zvýšení bezpečnosti provozu,
- Návratnost vložených investic.

3.3. Vozové pece

Pece jsou systematicky umístěny vedle sebe v hale s dostatečným přístupem jeřábové techniky pro nakládání výkovků a ingotů a také pro patřičné rekonstrukce nebo opravy. V podlaze je umístěn odtahový systém spalín, který směřuje ke komínům, které jsou umístěny mimo halu.



Obr.č.3: Vozové pece

Vozová pec (komorová vozová ohřívací pec)

Tab.1.1.Hodnoty stávající pece

Divize: 300		NS / ÚNS: 340	
Inventární číslo: 11202		Umístění: Kovárna-úsek Kunčice	
Dodavatel/výrobce: Vítkovice		Rok výroby/rekonstrukce: 1954	
Účel (technologická funkce): ohřev ingotů-výkovků pro lis 120 MN			
Materiál (vsázka): ingoty-předkovky			
Topné médium: směsný plyn		Výhřevnost: cca 7600 kJ/m ³	
Instalovaný tepelný příkon: 2650 m ³ .h ⁻¹		5.6 MW	
Teplota pracovního prostoru: max. 1300 °C			
Základní rozměry: vnější / vnitřní			
šířka: 4900 / 4500 mm		délka: 10 140 mm	
výška: 5800 / 4100 mm		plocha nístěje: 45 m ²	nosnost vozu: 350 t
Měrný výkon nístěje: (155 kg.m ⁻² .h ⁻¹)		Celková vsázka: 300 tun (vč.podložek)	
Jmenovitý výkon: (cca 7000 kg.h ⁻¹)		Měrná spotřeba tepla: (cca 3000 kJ.kg ⁻¹)	
Typ hořáků: souprouté trubka v trubce, 460 kW			
Počet hořáků: 12 ks			
Výměník: kovový trubkový rekuperátor			
Teplota předeďh. vzduchu : 300-400 °C		Výhř. plocha: 60 m ²	
Chlazení: pecní vrata		Spotřeba chl. média: 2 m ³ .h ⁻¹	
Komín: společný, vyzděný		Výška: 60 m Světlost: 4600 mm	
Teplota spalin na odtahu z prac. prostoru: max. 1100 °C			
Poznámky: Hodnoty v závorkách jsou stanoveny výpočtem.			
Konstrukce pece starší typ komorové vozové pece, tvrdá šamotová vyzdívka, zastaralý typ hořáků.			
Fungující trubkový rekuperátor opatřeny tepelnou ochranou. V odtahu pece pouze uzavírací šoupátko,			
které slouží rovněž k omezené regulaci tlaku v peci.			
Regulace: automatická regulace teploty, spalovacího poměru a přetlaku v peci.			

3.3.1. Popis pece

Plynová pec je spotřebič s uzavřeným, tepelně izolovaným pracovním prostorem, určený pro technologický ohřev vsazky teplem, vzniklým spalováním plyných paliv. Konstruktivní řešení plynových pecí vychází z technologického určení. Všechny typy plynových pecí mají tyto společné konstrukční skupiny:

- Ocelové konstrukce s pohybovými mechanizmy,
- Topné systémy s plynovými hořáky a armaturami,
- Vyzdívky a tepelné izolace,
- Měřicí a regulační zařízení,
- Silnoproudá elektrozařízení (elektropohony),
- Systém odtahu spalin z pece.

Ocelové konstrukce

Ocelové konstrukce tvoří hlavní nosnou část pece. Je tvořena z profilů a plechu, na niž jsou připevněna jiná zařízení a součásti pece: hořáky, potrubí, plošiny atd.

Topné systémy plynových pecí

Topný systém plynové pece představuje soubor technických zařízení sloužících k bezpečnému a hospodárnému vytápění pece. Topné systémy s ejekčními hořáky se stávají z těchto základních částí a armatur:

- Hlavní uzávěr plynu,
- Regulátor tlaku,
- Plynový filtr,
- Plynoměr,
- Manostaty,
- Bezpečnostní rychlouzávěr,
- Plynové potrubí,
- Uzavírací a regulační orgány plynu,
- Plynové hořáky, zapalovací a stabilizační hořáky.

Vyzdívky a tepelné izolace

Vyzdívky pecních agregátů jsou pro ekonomiku provozu velmi důležité, protože slouží k tepelné izolaci pecního prostoru vůči okolnímu prostředí a tím k eliminaci tepelných ztrát vyzdívkou.

Měřicí a regulační zařízení

Pod tímto pojmem se rozumí soubor měřicí a regulační techniky sloužící ke kontrole a řízení provozu topných systémů plynových pecí. Stupeň vybavení topných systémů měřicími a regulačními přístroji je dán velikostí pecí a jejich technologickým významem.

4. NÁVRHY A OPATŘENÍ NA ZDOKONALENÍ CELKOVÉ FUNKCE SYSTÉMU

4.1. Modernizace průmyslových plynových pecí

Za stávající nepříznivé ekonomické situace většiny průmyslových podniků nelze očekávat, že v dalších pěti až deseti letech dojde k radikálnímu zvýšení podílu nových moderních plynových pecí. Někteří uživatelé plynových pecí proto dávají přednost modernizaci starších pecí, která představuje souhrn úprav, zajišťujících zvýšení technické úrovně pecí, t.j. zvýšení výkonu, snížení měrných spotřeb plynu, intenzifikaci přenosu tepla v pracovním prostoru průmyslových pecí, zvýšení rovnoměrnosti teplotního pole a zvýšení úrovně řízení technologického procesu. Je to pouze záležitost ekonomického propočtu

Náklady na modernizaci představují v závislosti na typu pece, její velikosti, fyzickém stavu a požadovaných parametrech, 40 až 60% nákladů potřebných k pořízení nové pece. U modernizovaných pecí je podle rozsahu jejich úprav možno dosáhnout až 90 % technické úrovně nových pecí. O konečném ekonomickém a technologickém efektu modernizace rozhoduje především kvalita projektu a provedení rekonstrukčních prací a tedy zkušenosti, tradice a solidnost dodavatele.

Cíle modernizace průmyslových pecí lze charakterizovat jako potřebu zlepšit jejich fyzický stav a technické parametry, bezpečnost a hospodárnost jejich provozu. Nedílnou součástí činností souvisejících s modernizací je i vybavení pecí příslušnou dokumentací v souladu s platnou legislativou (revizní knihy plynových spotřebičů, místní provozní řády, montážní dokumentace aj.) a zaučení obsluhy pecí ve způsobu ekonomického řízení jejich provozu.

Mnou navrhovaná modernizace

- Změna topného média,
- Změna hořákového systému,
- Nová konstrukce pece.

4.2. Principy předkládaného technického řešení

V současné době se pro otop pecí v a.s. VÍTKOVICE používá směsný plyn, koksárenský plyn a zemní plyn. Vzhledem k předpokládanému vývoji zásobování provozu a.s. VÍTKOVICE směsným a koksárenským plynem předpokládá se postupné provedení všech pecí na zemní plyn. Záměna topného plynu se zásadním způsobem promítne do technologie tepelného zpracování a provozních nákladů. Teplo získané spalováním zemního plynu je více než dvakrát dražší, než teplo získané z koksárenského a směsného plynu. V případě, že bude proveden prostý přechod pecí ze směsného a koksárenského plynu na zemní plyn, vzrostou provozní náklady na energii získanou spalováním zemního plynu více než dvakrát. Proto je nutno dostupnými technickými prostředky snížit měrnou spotřebu na ohřev a tepelné zpracování materiálu. Je nezbytné, přechod na zemní plyn spojit s důslednou modernizací pecních agregátů směřující ke snížení spotřeby zemního plynu a dosažení nezbytné kvality tepelného zpracování a ohřevu. Pro dosažení efektivního provozu pecí navrhuji pro jednotlivé konstrukční skupiny dále uvedená technická řešení.

4.3. Výběr paliva

Plynárenská soustava České republiky se skládá z rozsáhlého systému dálkových plynovodů, prostřednictvím kterých plyn proudí do vysoko, stredo a nízkotlaké soustavy distributorů ke konečným zákazníkům. Díky geografické poloze a účasti na tranzitu ruského plynu se Česká republika stala evropským přepravcem plynu. Tímto plynem je zemní plyn.

Tab.3.1 Složení zemního plynu

CH ₄	98,20%
vyšší uhlovodíky	0,94%
CO ₂	0,10%
N ₂	0,77%
S	0,20 mg/m ³
výhřevnost	34,08 MJ/m ³

spalné teplo	37,82 MJ/m ³
hustota	0,69 kg/m ³
zápalná teplota	650 °C
teplota plamene	1957 °C

4.4. Vlastnosti zemního plynu

Pro energetické účely se v průběhu téměř dvou stovek let historie plynárenství používaly různé plyny. Významnějšího postavení ale dosáhly pouze plyny vyrobené zplyněním nebo odplyněním uhlí, zemní plyny a kapalné plyny na bázi propanu a butanu.

Topné plyny vyrobené odplyněním nebo zplyněním uhlí patří mezi středně výhřevné plyny a v České republice jsou známy jako koksárenský plyn nebo svítiplyn. Rozhodujícími složkami těchto plynů jsou metan, vodík a oxid uhelnatý, dále obsahují dusík, oxid uhličitý a vyšší uhlovodíky. Díky vysokému obsahu oxidu uhelnatého byly tyto plyny jedovaté. Spalné teplo se pohybovalo v rozmezí 17 - 20 MJ/m³.

Topné plyny s vysokým obsahem metanu patří mezi velmi výhřevné topné plyny. V České republice jsou to zemní plyny (jak karbonský, tak naftový) a bioplyny. Rozhodující složkou je metan, dále mohou obsahovat vyšší uhlovodíky a inertní plyny. Jejich spalné teplo závisí na obsahu metanu - pohybuje se přibližně od 20 MJ/m³ (bioplyny, karbonské plyny s vysokým obsahem inertů) do 40 MJ/m³ (v případě vyššího obsahu vyšších uhlovodíků může být spalné teplo zemního plynu ještě vyšší).

Topné plyny na bázi propanu a butanu patří mezi vysoce výhřevné plyny. V České republice se používají buď čisté plyny, nebo směs známá pod označením propan-butan. Odběratelům se na rozdíl od výše uvedených plynů dodávají v kapalném stavu. Spalné teplo záleží na poměru propan: butan ve směsi. Leží tedy v intervalu 101,7 (čistý propan) - 133,9 MJ/m³ (čistý butan), resp. - tyto plyny se prodávají na váhu - asi 50 MJ/kg směsi obou plynů.

4.5. Hospodárnost provozu plynových pecí

Principem hospodárnosti provozu plynových pecí je stejně jako u všech plynových spotřebičů dosažení nízkých hodnot ztrát tepla. Největší ztrátovou položkou je u plynových pecí ztráta tepla odcházejícími spalinami. Dalšími významnými položkami jsou ztráty tepla akumulací ve zdivu a konstrukci pecí a ztráta tepla stěnami. V jednom m³ spalin zemního plynu s teplotou 1200°C je obsaženo cca 1870 kJ, t.j. 0,52 kWh tepla. Po výstupu spalin z pracovního prostoru pece je toto teplo možno částečně využít pro ohřev spalovacího vzduchu, přiváděného do hořáků pece. O hodnotu takto využitého tepla se snižuje spotřeba zemního plynu. Úspora tepla ohřevem spalovacího vzduchu představuje snížení množství tepla dodaného peci spálením plynu o teplo dodané peci ohřátým spalovacím vzduchem:

$$\dot{U} = \frac{q_v}{H_i + q_v - V_s * c^s_{sp} * t_{1sp}} * 100 \quad [\%]$$

kde \dot{U} -je úspora tepla předeohřátím spalovacího vzduchu [%],

H_i -výhřevnost plynného paliva [kJ.m⁻³],

q_v -teplo dodané peci skutečným objemem ,

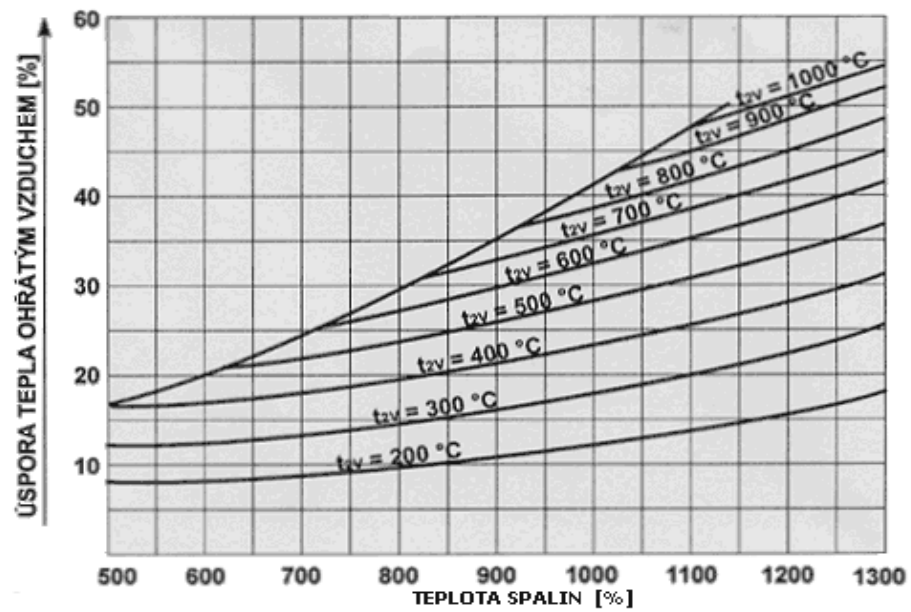
V_s -skutečný objem spalin [m³],

c^s_{sp} -střední měrná tepelná kapacita spalin [kJ.m⁻³.°C⁻¹],

t_{1sp} -teplota spalin na vstupu do rekuperátoru [°C].

Na obrázku je znázorněna závislost úspory zemního plynu (vztahená na spotřebu plynu při spalování se studeným vzduchem) na teplotách spalovacího vzduchu a spalin, při spalování tranzitního zemního plynu s násobkem stechiometrického objemu spalovacího vzduchu $n = 1,1$.

Obr.č.3.1. Závislost úspory zemního plynu



4.6. Topné systémy

Pece provozovány nad 650°C je nutno vybavit efektivním předehřevem spalovacího vzduchu. Pro pece žíhací a ohřívací s teplotou do 1150°C je nejvhodnější použití hořáků s vnitřní rekuperací, kterými je možno snížit spotřebu zemního plynu nejméně o 25% proti provozu s nepředehřátým vzduchem. Proto navrhuji tyto pece osadit hořáky s vnitřní rekuperací. Hořák je řešen tak, že v tělese vestavěný kovový nebo keramický rekuperátor, kterým je spalovací vzduch předhříván. Pokud hořák hoří, jsou hořákem z pecního prostoru odsávány spaliny, které procházejí rekuperátorem a předávají své teplo spalovacímu vzduchu. Pokud hořák nehoří, je cesta spalin uzavřena. Při provozu pece je cca 80% z celkového množství vzniklých spalin je prosáváno přes rekuperační hořáky, zbývajících cca 20% je odtahováno z pecního prostoru přímým odtahem. Hořáky pracující v režimu ON/OFF, ovládány jsou SW cyklovačem, který umožňuje optimalizaci rozdělení hořáku do sekcí a jejich cyklování v závislosti na požadovaném výkonu topného systému. Hořáky se vyznačují vysokou účinností a provozní spolehlivostí minimem poruch.

Pro pece ohřívací s provozní teplotou 1250 až 1350°C je nejvhodnější topný systém s regeneračními hořáky. Při aplikaci topného systému s regenerací bude dosaženo úspory nejméně 40% proti provozu s nepřehřátým vzduchem a nejméně 20% proti systému s externím rekuperátorem. Regenerační hořákový systém pracuje se spalovacím vzduchem, předehřátým regenerátorem na teplotu 120 – 150°C nižší, nežli provozní teplota v pecním prostoru, tj. pro podmínky ohřívací pece na teplotu cca 1100°C.

4.6.1. Regenerační hořák typu REGEMAT

Tyto hořáky pracují se spalovacím vzduchem, předehřátým ve vnitřním regenerátoru. Hořák je konstruován tak, že vzduch se ohřívá průchodem přes předehřátou keramickou náplň regenerátoru. Náplň je předehřátá spalinami, odcházejícími z pecního prostoru přes hořák. Z celkového vzniklého objemu spalin v peci je přes regenerační hořáky odváděno cca 80% celkového objemu spalin, zbývajících 20% je odváděno pomocným odtahem. V rekuperátoru dojde ke zchlazení spalin z teploty pecního prostoru na teplotu cca 140°C. hořáky pracují jako konvenční,

vysokorychlostní až do teploty 850°C, kdy je povolen režim FLOX (bezplamenná oxidace s regenerací tepla). Při zvýšení požadavku na výkon hořáku, při splnění podmínce teploty 850°C v pecním prostoru je možno provést BOOST (kombinace konvenčního a FLOX provozu). Provoz s plamenem je hlídán u každého hořáku elektronickým zapalováním a hlídáním plamene pomocí hořákové automatiky a nahlížecím otvorem pro kontrolu hoření plamene. Režim FLOX je hlídán zdvojenými termočlánky a kontrolním automatem nezávisle na řídicím systému pece. Hořáky jsou ovládány rychlouzávěry-elektromagnetickými ventily na přívodu plynu a vzduchu. Regenerační hořáky v pulzním režimu ON/OFF. Hořáky budou umístěny tak, aby vsazka nebyla přímo ovlivněna plamenem, a budou topit do prostoru mezi stropem a vsazkou. Řešení vazby topného systému na řídicí systém umožňuje libovolné sestavení topných a regulovaných sekcí, takže lze dosáhnout optimálního rozdělení teplot v pecním prostoru.

4.6.2. Regenerační hořák REGENS Multiflame

Tyto hořáky budou umístěny v bočních stěnách. Hořákový systém je sestaven s hořákových bloků, rozdělených do dvojic pracujících ve střídavém režimu. Každý hořák je vybaven externím regenerátorem, kterým střídavě proudí spaliny nebo spalovací vzduch. Vzduch se ohřívá průchodem přes předehřátou keramickou náplň regenerátoru. Náplň je předehřátá spalinami, odcházejícími z pecního prostoru přes hořák. Hořák je vždy provozován s předehřátým vzduchem do teploty 900°C v peci pracují hořáky v režimu PILOT, nad teplotou 900°C pracují v režimu bezplamenné oxidace s regulací tepla.³

Výhodou těchto řešení je zjednodušení odtahového systému spalin, neboť odpadne nutnost instalace externího rekuperátoru a v důsledku zchlazení spalin v regenerátorech se výrazně zmenší jejich objem. Součástí topného systému je jistící a regulační plynový řád, který obsahuje všechna předepsaná zařízení dle norem. Plynová regulační řada je umístěna poblíž pecního agregátu.

³ *Ústav využití plynu Brno, s.r.o.* [online]. 2010 [cit. 2010-05-13]. Regenerační systém REGENS. Dostupné z WWW: <<http://www.uvp.cz/plynove-horaky/regeneracni-system-regens.html>>.

Pro rekonstrukci nebo pro výrobu nových průmyslových pecí jsem navrhl tyto dva typy regeneračních hořáků pro jejich spolehlivost a nákladnost na údržbu. Tyto dva typy hořáků jsou skoro identické, mají přibližně stejné parametry, ale z ekonomického hlediska se přikláním pro využití hořáků REGENS Multiflame, viz Příloha č.1, č.2.

4.7. Zabezpečení topných systémů plynových pecí

Topné systémy plynových pecí se ve smyslu normy ČSN 063003 zabezpečují proti těmto provozním poruchám:

Proti samovolnému zhasnutí plynových hořáků při poklesu tlaku zemního plynu nebo spalovacího vzduchu pod přípustnou mez nebo při jejich vzrůstu nad přípustnou mez.

Proti samovolnému zhasnutí plynových hořáků např. při regulaci jejich výkonu, při porušení spalovacího poměru, při náhlém vzrůstu tlaku ve spalovacím prostoru, při poruše spalínového ventilátoru apod.

Pro zajištění topných systémů plynových pecí proti uvedeným poruchám se používají tyto armatury a přístroje:

- bezpečnostní rychlouzávěry klapkového nebo ventilového provedení,
- elektromagnetické ventily, případně ventily s elektropohonem ovládané manostaty v rozvodu plynu a spalovacího vzduchu,
- hlídače plamene instalované v plynových hořácích, které ovládají elektromagnetické ventily v rozvodu plynu.

Norma ČSN 063003 - Průmyslové plynové pece, požaduje u pecí s trvalou pracovní teplotou nižší než 750°C trvalou stabilizaci plamene každého hořáku (stabilizační hořáky, případně hlídače plamene). Zabezpečovací zařízení závislé na el. proudu musí při přerušení dodávky proudu samočinně uzavřít přívod plynu k hořákům pece. Při obnově dodávky el. proudu se nesmí zabezpečovací zařízení samovolně otevřít. U pecí s cirkulací spalín a u pecí s umělým odtahem spalín ventilátory musí být uzavření přívodu plynu do hořáků vázáno na jejich funkci. Norma dovoluje po zvážení

všech místních podmínek provozu nahrazení zabezpečovacího zařízení proti poklesu a vzrůstu tlaku plynu a vzduchu signálním zařízením.

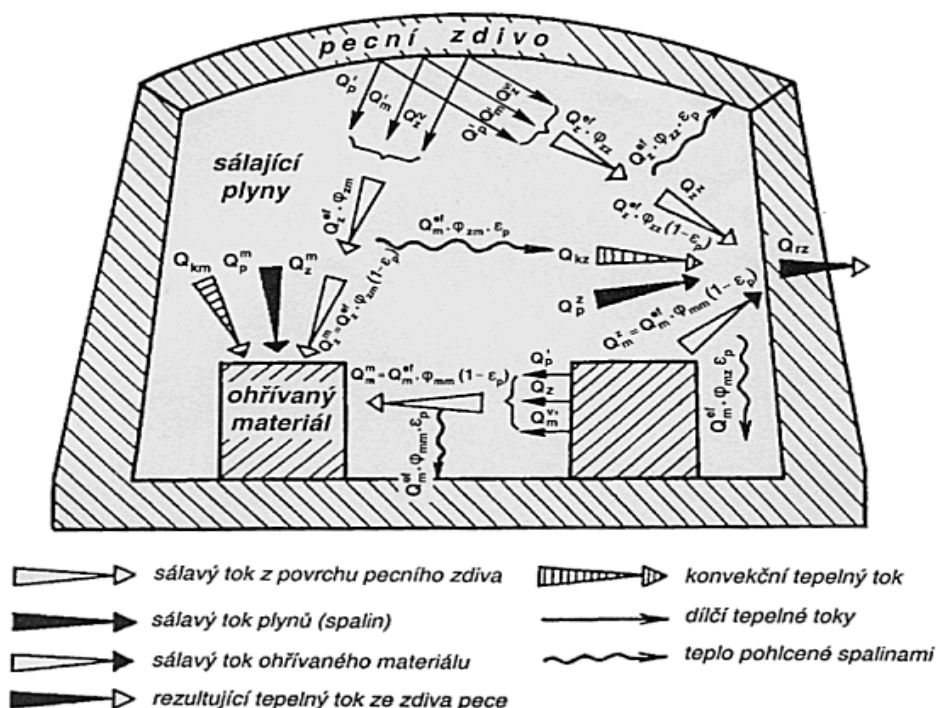
4.8. Přenos tepla v pracovním prostoru plynových pecí

Spaliny vzniklé při spalování zemního plynu jsou primárním nositelem tepelné energie pro ohřev vsázky v pracovním prostoru pece. Přenos tepla ze spalin na vsázku se uskutečňuje třemi způsoby:

- sáláním (spalin na vsázku, spalin na vyzdívku pece, vyzdívky na vsázku),
- konvekci (prouděním spalin podél povrchu vsázky),
- vedením (prohřívání vsázky z povrchu do vnitřku).

Při ohřevu vsázky v plynových pecích se všechny uvedené způsoby přenosu tepla uplatňují současně, při různé a časově proměnné intenzitě jednotlivých způsobů sdílení tepla.

Obr.č.2: Tepelné toky



Přenos tepla sáláním je způsob přenosu tepla na vsázku sáláním plamene, spalin, vyzdívky pece a vzájemným sáláním povrchů vsázky. Intenzita sálání spalin v

pracovním prostoru pecí je závislá na teplotě spalin a na jejich složení, zejména na obsahu vodní páry a oxidu uhličitého ve spalinách a na tloušťce vrstvy spalin. Intenzita sálání plamene je závislá zejména na jeho svítivosti, tj. na obsahu pevných částic (sazí) v plameni.

Přenos tepla konvekci je způsob přenosu tepla na vsázku prouděním spalin v pracovním prostoru pece. Intenzita konvekčního ohřevu vsázky v pracovním prostoru pece je dána teplotou spalin a rychlostí proudění spalin kolem povrchu vsázky.

Přenos tepla vedením je způsob přenosu tepla z povrchu ohřivaného tělesa do jeho středu, případně z jednoho povrchu tělesa na druhý povrch.

Ohřev vsázky v plynových pecích je technologický proces, při kterém je vsázce dodáváno teplo spalováním zemního plynu až do dosažení teploty vsázky potřebné pro další zpracování. Ohřev vsázky v plynové peci se podle tepelného režimu pecí dělí na:

- ohřev s časově ustáleným tepelným režimem, který probíhá v kontinuálně pracujících pecích (válečkové, tunelové, pásové karuselové, narážecí aj. pece),
- ohřev s časově neustáleným tepelným režimem, který probíhá v pecích s periodickým provozem (komorové, vozové, poklopové aj. pece).

4.9. Vyzdívky pecí

4.9.1. Vyzdívky žíhacích pecí

Vyzdívky budou vláknité, konstrukčně navržené na provozní teplotu do 1100°C v pecním prostoru. Strop pecí bude vláknitý, rovný, zavěšený na ocelové konstrukci pece. Pro stavbu budou použity předstlačené bloky vyrobené z vlákna Tk=1260°C. Spodní část pece bude vyzděna do úrovně horní dlažby pecního vozu z konstrukčně-izolačních žáromateriálů potřebné kvality. Vrata pece budou vláknitá, provedená stejně jako boky pece. Tloušťka vyzdívky pece bude 320 mm. Při této tloušťce a teplotě v hale 20 °C bude průměrná povrchová teplota pláště do 70 °C. Vyzdívka pecního vozu bude řešena v kombinaci hutných a lehčených žáromateriálů. Do míst s vysokým zatížením budou použity předem vyrobené a vytemperované bloky ze žárobetonu. Aplikace vláknitých materiálu pro žíhací a periodicky pracující pece zaručuje úsporu tepla proti vyzdívám z klasického materiálu. Vyzdívka podlahy v úrovni pecní koleje bude

provedena monolitickým lehkým žárobetonem, kterým bude chráněna spodní stavba proti působení sálavého tepla při vyjetí pecního vozu a obnažení podlahy.

4.9.2. Vyzdívky ohřívacích pecí

Boční stěny, strop a vrata pece se budou vyzdívát vláknitými materiály a to vzhledem k maximální teplotě 1300°C z materiálů typu Sibal 1430 s nosnou a izolační vrstvou.

Strop pece

Bude rovný, ze žárobetonových bloků, vyrobených ve výrobě, opatřených keramickými závěsnými tvarovkami. Bloky budou ve výrobě vysušeny a vytemperovány minimálně na teplotu 350°C. Na bloky bude položena separační vrstva rohože, na kterou budou položeny vrstvy izolačních cihel s OH 800 kg/m³ a 600 kg/m³, na které bude položena těsnicí vrstva lehkého žárobetonu.

Boční stěny pece

Spodní část pece – pecní zámek - je vyzděna do úrovně horní dlažby pecního vozu z konstrukčních žáromateriálů potřebné kvality. Na lavici pecního zámku navazuje spodní část bočních stěn, která bude provedena ze žárobetonových bloků, přikotvených k plášti pece. Nad žárobetonovými bloky až do úrovně stropu budou použity předem stlačené vláknité bloky vyrobené z vlákna Tk=1430°C. Bloky s OH 160 kg/m³ budou přikotveny pomocí kotevního systému k plášti pece, na který budou před montáží vláknitých bloků uloženy dvě vrstvy desek s parozábranou, takže výsledná tloušťka vláknité vyzdívky bude 340 mm.

Vyzdívka vrat pece

Bude vláknitá, provedená z předem stlačených vláknitých bloků vyrobených z vlákna Tk=1430°C. Bloky s OH 160 kg/m³ budou přikotveny pomocí kotevního systému k plášti pece, na který budou před montáží vláknitých bloků uloženy dvě vrstvy desek s parozábranou, takže výsledná tloušťka vláknité vyzdívky bude 340 mm.

Vyzdívka pecního vozů

Bude řešena v kombinaci hutných a lehčených žáromateriálů pro zatížení vsázkou.

Vyzdívka podlahy

V úrovni pecní koleje bude provedena monolitickým lehkým žárobetonem, kterým bude chráněna spodní stavba proti působení sálavého tepla při vyjetí pecního vozu a obnažení podlahy.

4.10. Druhy vyzdívek a izolací

Výrobky z hlinitokřemičitých vláken Sibral

Sibral má tyto základní vlastnosti:

- nízkou tepelnou vodivost,
- vysokou tepelnou odolnost,
- nízkou objemovou hmotnost,
- odolnost vůči tepelným šokům,
- snadnou a rychlou opracovatelnost,
- nízkou akumulaci tepla,
- dobré elektroizolační vlastnosti,
- chemickou stabilitu i za vyšších teplot,
- při aplikaci nevznikají žádné škodlivé plynné zplodiny,
- neobsahuje azbest.

Teplotní mez použití výrobků Sibral je dána klasifikační teplotou, tj. teplotou, při níž se vlastnosti materiálu začínají významně měnit. Klasifikační teplota se obvykle zjišťuje z průběhu smrštění (dodatečná lineární změna) při zahřívání. Tato teplota je u vlákna Sibral STANDARD 1260 °C, Sibral SUPER 1430 °C. Žárovzdorné vlastnosti vláken určuje zejména jejich chemické složení. Při dlouhodobém použití vláken v jednotlivých aplikacích je nutné uvažovat s teplotou použití o několik desítek stupňů

nižší (zpravidla o 70°C). Naopak krátkodobě lze materiál Sibal vystavit i mnohem vyšším teplotám (řádově o stovky stupňů).

Teplota použití závisí nejen na vlastnostech vlákna a objemové hmotnosti výrobku, ale převážně na charakteru umístění a namáhání, tj. zda se jedná o cpanou izolaci či o vláknitou vyzdívku, zda je izolace vystavena teplotě trvale či přerušovaně, po jakou dobu má vyzdívka sloužit, zda je vystavena otřesům a v jaké pracuje atmosféře.

Použitím vláken Sibal lze dosáhnout výrazných úspor energie. Největších úspor lze docílit u periodicky pracujících pecí, kde se využívá velmi nízké akumulace tepla.

Vlákna Sibal mají vynikající odolnost vůči chemickým látkám. Sibal však nelze vystavovat působení kyseliny fluorovodíkové a fosforečné a koncentrovaných louhů. Lepší tepelně izolační vlastnosti vlákna prokazují v neutrálním a oxidačním prostředí. Při používání vlákna Sibal a výrobky z něho nevystavovat působení kyseliny fluorovodíkové a fosforečné a koncentrovaných louhů.

Žáruvzdorná hlinitokřemičitá vlákna Sibal jsou vyráběna tavením velmi čistých surovin a poté rozvlákněním taveniny rotačním způsobem. Ze vzniklých vláken se vyrábí rohož vpichováním bez použití dalších pojiv. Formátováním, skládáním a stlačováním se z rohože vyrábějí moduly. Moduly je možno vyrábět ze dvou základních typů vláken: Sibal STANDARD s klasifikační teplotou 1260 °C a Sibal SUPER s klasifikační teplotou 1430 °C.⁴

Tab.č.3.4.Hodnoty Sibralu

	Sibal STANDARD		Sibal SUPER
Klasifikační teplota	1260 °C		1430 °C
Specifické teplo při 900 °C	969 J.kg ⁻¹ .K ⁻¹		
Průměrná tloušťka vláken	do 5 cm		do 5 cm
Obsah organických látek	max. 0,1 % hm.		
Vlhkost při expedici	max. 1,0 % hm.		

⁴ *Teplotechna Ostrava, a.s.* [online]. 2002 [cit. 2010-05-13]. Žárotechnika. Dostupné z WWW: <<http://www.tto.cz/vyzdivky.html>>.

Obsah granulí	0,2 - 0,5 mm max. 18 % wt. 0,5 - 1,0 mm max. 2 % wt. nad 1,0 mm max. 0,5 % wt.		
Barva	bílá		
Dodatečná lineární změna s výdrží 4 hodiny na teplotě	při 1200 °C max. 3 %		při 1400 °C max. 3 %
Chemické složení	53 - 55 % SiO ₂ 45 - 47 % Al ₂ O ₃ + ZrO ₂		46 - 48 % SiO ₂ 52 - 54 % Al ₂ O ₃ + ZrO ₂
Objemová hmotnost	160 - 240 kg.m ⁻³		

4.10.1. Žáruvzdorné a izolační materiály šamotového typu

Žáruvzdorné cihly

Žáruvzdorné cihly - šamoty se pro své unikátní vlastnosti používají jako zdicí a obkladový materiál, či jako venkovní dlažba. Žáruvzdorné cihly slouží i jako ideální doplněk v zahradní architektuře.

Šamotové cihly jsou vyráběny z přírodního materiálu, odolávají teplotám až do 1680° C, mají vysokou pevnost v tlaku a nízkou nasákavost. Rovněž jsou velice odolné vůči chemickým vlivům a mají vysokou životnost.

Tab. 3.5: Hodnoty šamotu

	váha [kg]	ks/pal	rozměry [mm]
šamotová cihla C 30	5,25	240	290x140x65
šamotová cihla C 25	4,00	300	250x123x65
šamotový plátek P2	1,20	900	250x123x20
šamotový plátek P3	1,80	600	250x123x30
šamotový plátek P4	2,20	450	250x123x40
šamotový plátek P3-30	2,50	480	290x140x30
šamotový klín K6	4,00	326	250x123x68/62
šamotový klín K10	4,00	326	250x123x70/60
šamotový klín K16	4,00	326	250x123x73/57
šamotový klín K26	4,00	326	250x123x78/52
šamotový klín D6	4,00	326	123x250x68/62

šamotový klín D10	4,00	326	123x250x70/60
šamotový klín D16	4,00	326	123x250x73/57
šamotový klín D26	4,00	326	123x250x78/52
záklenek Z 12	5,00	192	250x187x65
vazák	6,00	204	250x187x65
tvarovka SP 10 125	5,40	215	250x158x74
šamotová deska T 25	15,00	25	500x250x60

Dále se jedná o tvarovky, které jsou využívány v ocelárnách, slévárnách, kovohutí jsou ve styku s tekutou ocelí, litinou a barevnými kovy a profesně jsou označovány jako “Licí šamot”.

4.10.2. Ocelové konstrukce

Základní struktura stávajících ocelových konstrukcí tělesa pece zůstane zachována, bude však doplněna novými plechy, tvořícími plášť pece, přídatnými konstrukcemi pro kotvení vyzdívek a ocelovou konstrukcí pro zavěšení vyzdívky stropu. Nepotřebné otvory budou uzavřeny přeplátováním. Pro uchycení nových hořáku budou navařeny nové hořákové desky. Pancíř pece bude upraven pro odtažení spalin z pece. Před zahájením prací na vyzdívkách bude vnitřní povrch pláště pece pečlivě očištěn,

v místech, kde budou přivařeny kotevní šrouby obroušen. Na takto připravený plášť pece bude navařen kotevní systém pro kotvení vyzdívek. Následně bude plášť pece opatřen protikoročním nátěrem.

Ocelová konstrukce pecních vozů budou buďto přizpůsobeny, nebo vyrobeny zcela nové, včetně lemování ze žárupevné lité oceli, podvozku a cévových tyčí. Portály pecí budou převážně nové, včetně vedení vrat a obložení. Vrata pece budou vyrobena nová, včetně obložení. Pro pohon vrat bude použit hydraulický agregát a přímočaré hydromotory. Dokonalé utěsnění pecního prostoru je zcela zásadní z hlediska úniku tepla, zejména pak pro dosažení rovnoměrného teplotního pole v pecním prostoru. Pece budou vybaveny dveřními uzávěry, dokonale dosedajícími na portál pece. Pecní vozy a tělesa pecí budou utěsněna fungujícími těsnícími břitzy, nejlépe se zvedanými pískovými žlaby.

4.10.3. Rekuperace a regenerace

Rekuperace je nejužívanější způsob využití tepla spalin odcházejících z plynových pecí, pro kontinuální ohřev spalovacího vzduchu ve výměnících, instalovaných v odtazích spalin z pecí. Rekuperace se využívá především u průmyslových plynových pecí s teplotou spalin odcházejících z pracovního prostoru pecí vyšší než 600°C.

Principem hospodárnosti provozu plynových pecí je stejně jako u všech plynových spotřebičů dosažení nízkých hodnot ztrát tepla. Největší ztrátovou položkou je u plynových pecí ztráta tepla odcházejícími spalinami. Dalšími významnými položkami jsou ztráty tepla akumulací ve zdivu a konstrukci pecí a ztráta tepla stěnami. V jednom m³ spalin zemního plynu s teplotou 1200°C je obsaženo cca 1870 kJ, t.j. 0,52 kWh tepla. Po výstupu spalin z pracovního prostoru pece je toto teplo možno částečně využít pro ohřev spalovacího vzduchu, přiváděného do hořáků pece. O hodnotu takto využitého tepla se snižuje spotřeba zemního plynu. Úspora tepla ohřevem spalovacího vzduchu představuje snížení množství tepla, dodaného peci spálením plynu o teplo dodané peci ohřátým spalovacím vzduchem:

4.10.4. Elektroinstalace a řídicí systém

Zařízení je vybaveno počítačovým systémem řízení technologického procesu, který zabezpečuje automatický provoz pece. Systém řízení je postavený na PC a řídicích automatech SIMATIC S7-300. Systém řízení reguluje všechny provozní parametry pece, zejména průběh teploty a nastavení tlaku podle předem stanoveného programu. Kromě regulace technologických veličin eviduje systém provozní parametry, které zaznamenává a umožňuje jejich průběžné nebo dodatečné vyhodnocení. Součástí dodávky jsou elektroinstalace silnoprůdu vč. rozvaděče pro ovládání všech akčních členů.

Vlastní ovládání je řešeno tak, aby obsluhu zvládl zaškolený personál. Vstupy do jednotlivých úrovní programu jsou zpřístupněny podle zákazníkem definovaných přístupových práv. Měření teplot v pecním prostoru je prováděno řídicími termočládky. Pro měření budou použity kalibrované termočládky typu "K" a "S". Přesnost termočládku bude prokázána kalibračními protokoly.

Vlastní systém AS RTP umožní archivaci veličin a provozních parametru nutných pro certifikaci výroby.

Řídicí systém umožňuje:

- trvale probíhající kontrolu blokovacích podmínek,
- sledování a ovládání technologického procesu,
- kontrolu a automatické testování řídicího automatu, včetně čidel a servopohonu,
- signalizaci vybočení provozních parametru z nastavených hodnot,
- zpětnou kontrolu nastavených a zpětných mezí,
- zpětnou kontrolu veškerých zásahu do řídicího systému,
- průběžné sledování okamžité spotřeby zemního plynu.

Softwarové vybavení umožňuje:

- vizualizaci řízeného procesu,
- sběr a vyhodnocení dat z procesu,
- vedení a ovládání řízeného procesu,
- získat informace pro vyhodnocení kvality vedení technologického procesu,
- rozsáhlá databáze umožňuje komunikaci a ukládání dat pro analogové a digitální hodnoty řízeného procesu pro archivaci a zpětné vyhodnocování.

4.10.5. Komínové systémy

Ztráta tepla odcházejícími spaliny (komínová ztráta)

Tvoří u plynových pecí, stejně jako u všech typů plynových spotřebičů, největší ztrátovou položku. Podíl na celkových ztrátách pecí je však značně vyšší než u ostatních plynových spotřebičů a dosahuje až 70% celkového tepla dodaného peci oproti 10 až 15 % v případě plynových kotlů. Tento rozdíl je způsoben vysokými teplotami v pracovním prostoru pecí, při kterých probíhají technologické procesy (tavení oceli, ohřev ocelí před tvářením aj.).

Železobetonové monolitické komíny

Jsou samostatně stojícími konstrukcemi složenými ze základové desky, betonového dříku a ochranného pouzdra. Stěna dříku je betonována pomocí posuvného

bednění. Výztuž stěny dříku navazuje na kotevní výztuž základové desky. Dřík komína může být osazen vnějšími železobetonovými ochozy vybavenými zábradlím. Přístup na ochozy

a následně na hlavu komína je umožněn po dvou trasách protilehlých žebříků s ochranným košem. Komínová hlava je vybavena hromosvodovou soustavou. Noční letecké značení je realizováno nátěry v několika úrovních ve shodě s předpisem "L14 - Letiště". Vnitřní strana ŽB dříku je vybavena betonovými konzolami pro uložení jednotlivých etáží vnitřního ochranného keramického pouzdra a izolace. Jednotlivé etáže jsou v místě pouzder dilatovány. Pouzdro je vybaveno 1-2 vnitřními žebříky s ochranným košem. Další variantou je vnitřní odsazené pouzdro z nerezové oceli. Mezi pouzdem a dříkem je trvale průlezná a přístupná větraná souvislá mezera, která je přístupná pomocí osazených výstupových žebříků. Při použití varianty odsazeného pouzdra je možné umístit do jednoho dříku i více pouzder pro možnost připojení více agregátů.

Železobetonové montované komíny

Jsou samostatně stojícími konstrukcemi, jejichž nosný dřík je tvořen systémem prefabrikovaných skruží po výšce propojených ocelovými táhly. Pro komíny o větších výškách je provedeno vyztužení ŽB prefabrikovanými žebry umístěvanými po obvodě. Na vnitřní straně je vyzděna tepelná izolace a ochranná keramická vyzdívka. Vstup spalin do komína je většinou ocelovým kouřovodem nad úroveň terénu. Výstup na komín umožňuje ocelový žebřík s ochranným košem. Montované ŽB komíny jsou realizovány do výšky cca 75 m.

Ocelové komíny

Jsou samostatnými konstrukcemi kruhového průřezu zhotovenými z ocelového plechu. K základové desce je ocelový komín kotven pomocí kotevních šroubů. Vstup spalin je většinou ocelovým kouřovodem nad úroveň terénu nebo kouřovým kanálem zespodu. Uvnitř ocelového pláště je provedeno ochranné keramické pouzdro a izolace. Vyšší ocelové komíny jsou ze statických důvodů kotveny lany nebo spřaženou příhradovou konstrukcí. Výstup na komín je realizován pomocí žebříku s ochranným košem.

Z ekonomického hlediska jsou první dva systémy komínů finančně náročné, proto doporučuji komíny ocelové. Jsou až o 50% levnější.

5. NÁVRH NA VYPRACOVÁNÍ KOMPLEXNÍHO SYSTÉMU

Způsob řešení přestavby nebo výroby nové pece vychází z požadavků provozovatele. Pokud provozovateli vyhovuje současná kapacita stávající pece a tato pec je co se týče ocelové konstrukce v dobrém stavu, jde o rekonstrukci. Pokud provozovateli daná pec již nevyhovuje z důvodů výroby, že má malou rozměrovou kapacitu, nebo je ve špatném technickém stavu požaduje tedy stavbu nové pece. Náklady na výrobu i přestavbu jsou enormní, rozdíl je mezi těmito dvěma variantami až čtvrtinový. Z ekonomického hlediska se proto přikláním pro rekonstrukce.

5.1. Cena rekonstruované pece

Projektová a výrobní dokumentace

Zahrnuje náklady na dokumentaci potřebnou pro stavební řízení díla, vypracování výrobní dokumentace všech dodávaných částí a výkon autorského dozoru, dokumentaci pro zkušební provoz a jeho vedení včetně zkoušky za účasti státního odborného dozoru (ITI), seřízení pece na provozní parametry a provedení garanční zkoušky, vypracování průvodní dokumentace a servis během záručního provozu
1 680 000,- Kč.

Demontáže a stavební práce

Zahrnují demontáže v místě instalace nových hořáků **400 000,- Kč.**

Dodávka, montáž, oprava OK pece

Zahrnuje úpravu pláště pro nové horáky, výměnu kol pecního vozu
2 700 000,- Kč.

Dodávka a montáž kolejiště

Není předmětem **0,- Kč.**

Pohon vozu

Není předmětem **0,- Kč.**

Dodávka a montáž vyzdívek

Zahrnuje veškeré materiály pro opravu sten při výměně horáku, vyzdění vrat a část vyzdívky vozu **1 452 000,- Kč.**

Topný systém pece

Zahrnuje jisticí a regulační radu plynu s armaturami, přívod od HUP, rozvod plynu po peci s odvzdušněním, 16 regeneračních horáku, rozvod spalovacího vzduchu s filtrem a ventilátorem, přímý odtah s klapkou, odtah spalín od hořáku s ventilátorem a napojením do podzemního kanálu **14 830 000,- Kč.**

Řízení pece včetně elektro

Sestává z vyzbrojeného rozvaděče za pecí, osazeného PLC automatem SIMATIC S7-300 a dalšími přístroji, dále z akčních prvku na peci s kabeláží, z počítače typu PC s vizualizačním programem, umístěným ve velínu, 2 optické snímače vsázky a 12ti kanálový zapisovač YOKOGAWA **2 244 000,- Kč.**

Ostatní náklady

Zahrnují nátěry, izolace a dopravu od výrobce na místo stavby **350 000,- Kč.**

CELKEM 23 656 000,- Kč.

5.2. Cena nové pece

Projektová a výrobní dokumentace

Zahrnuje náklady na dokumentaci potřebnou pro stavební řízení díla, vypracování výrobní dokumentace všech dodávaných částí a výkon autorského dozoru, dokumentaci pro zkušební provoz a jeho vedení včetně zkoušky za účasti státního odborného dozoru (ITI), seřízení pece na provozní parametry a provedení garanční zkoušky, vypracování průvodní dokumentace a servis během záručního provozu **1 680 000,- Kč.**

Demontáže a stavební práce

Zahrnují demontáže stávající pece a stavební úpravy v místě instalace nových částí pece **1 814 000,- Kč.**

Dodávka, montáž, oprava OK pece

Zahrnuje konstrukci rovného stropu, úpravu pláště pro nové horáky, lavice s lemováním odlitky, novou konstrukci pecního vozu a vrat **9 660 000,- Kč.**

Dodávka a montáž kolejiště

Pojezdová kolej před pecí a v peci **1 192 000,- Kč.**

Pohon vozu

Sestává z planetové elektropřevodovky, kardanového hřídele a ozubeného soukolí s cévovým kolem **1 050 000,- Kč.**

Dodávka a montáž vyzdívek

Zahrnuje veškeré materiály pro vyzdívkou sten vrat a vozu **9 181 000,- Kč.**

Topný systém pece

Zahrnuje jisticí a regulační radu plynu s armaturami, přívod od HUP, rozvod plynu po peci s odvodušněním, 16 regeneračních horáku, rozvod spalovacího vzduchu s filtrem a ventilátorem, přímý odtah s klapkou, odtah spalin od hořáku s ventilátorem a napojením do podzemního kanálu **9 025 000,- Kč.**

Řízení pece včetně elektro

Sestává z vyzbrojeného rozvaděče za pecí, osazeného PLC automatem SIMATIC S7-300 a dalšími přístroji, dále z akčních prvků na peci s kabeláží, z počítače typu PC s vizualizačním programem, umístěným ve velínu, 2 optické snímače vsázky a 12ti kanálový zapisovač YOKOGAWA **2 244 000,- Kč.**

Ostatní náklady

Zahrnují nátěry, izolace a dopravu od výrobce na místo stavby **810 000,- Kč.**

CELKEM 36 656 000,- Kč.

6. ZHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ

6.1. Úspory plynu – ohřívací pece

Pro vyhodnocení ekonomické návratnosti navržených rekonstrukcí je nutno vzít v úvahu zásadní technické zhodnocení rekonstruovaných pecí, kterého se dosáhne instalací nabízených výkonných a nejehospodárnějších topných systémů. Protože nemáme k dispozici údaje o celkových spotřebách směsného plynu, ani o cenách směsného a zemního plynu u provozovatele, shrnujeme pro účely vyhodnocení ekonomické návratnosti následující směrné hodnoty snížení spotřeby plynu u jednotlivých typů pecí. Porovnání předpokládá bezvadný stav pecí po rekonstrukci, použití námi nabízených topných systémů a „standardní“ provoz pece, to znamená např. s uzavřenými dveřmi u komorových pecí.

Poměrné číslo spotřeby plynu P v % vyjadřuje poměr spotřeby v Nm^3 zemního plynu po rekonstrukci ke spotřebě Nm^3 směsného plynu před rekonstrukcí. Tento poměr lze předpokládat v následující úrovni:

6.2. Vozové a komorové ohřívací pece

- topný systém s centrálním rekuperátorem a hořáky na teplý spalovací vzduch, např. Kromschröder $P=14\%$

- regenerační topný systém REGENS $P=9,3\%$

To znamená, že pec spotřebovala-li při sledovaném ohřev 137140 Nm^3 směsného plynu, spotřebuje po rekonstrukci při srovnatelném provozu $137140 \cdot P/100 = 137140 \cdot 0,093 = 12750 \text{ Nm}^3$ zemního plynu.

Při srovnatelném provozu je možno takto informativně přepočítat spotřeby pro kteroukoliv pec nebo pro všechny ohřívací pece za dané časové období, průměrné spotřeby na 1 tunu zpracovaného materiálu atd.

Finanční úspora daného zařízení za dané časové období pak je obecně

$$\dot{U} = Ssm * \left(Csm - \frac{P}{100} * Czp \right),$$

kde \dot{U} je úspora v Kč,

S_{sm} [m³] je spotřeba směsného plynu u starého zařízení,

C_{sm} [Kč/Nm³] je cena 1 Nm³ směsného plynu,

C_{zp} [Kč/Nm³] je cena 1 Nm³ zemního plynu.

6.3. Úspory plynu – žíhací pece

Obdobně je možno stanovit přepočet spotřeby u všech shodným topným systémem vybavených vozových žíhacích pecí. Jako standardní topný systém po rekonstrukci jsou v tomto případě předpokládány rekuperační hořáky, tj. hořáky s vestavěným kovovým žebrovaným rekuperátorem. Poměrná spotřeba zemního plynu po rekonstrukci je u takto zrekonstruovaných pecí (včetně bezvadné těsnosti pece, regulace teplot a tlaku v peci atd.) cca $P = 11\%$, spotřeba zemního plynu bude tedy cca 9x menší než původní spotřeba směsného plynu.

6.4. Vyhodnocení úspor

Pro porovnání uvádíme dva modelové výpočty úspor na nákladech na palivo. Nejprve, zvolíme-li pro žíhací pece jako porovnávací provoz žíhací cyklus pece č.20 dle Tab.č.1, a předpokládáme-li cenu směsného plynu 1,- Kč/m³ a zemního plynu 6,40 Kč/m³, je úspora:

$$\dot{U} = S_{sm} * \left(C_{sm} - \frac{P}{100} * C_{zp} \right)$$
$$\dot{U} = 68558 * \left(1 - \frac{11}{100} * 6,40 \right) = 20293 \text{ Kč na jeden cyklus 60 hod.}$$

Pro 100 takových cyklů za rok (tj. využití pece 70% ročního časového fondu) je roční úspora jedné žíhací pece 2 mil. Kč.

Ještě výraznější přínosy získáme pro pece ohřívací. Porovnáme-li provoz pece č.6 podle Tab.č.2.

$$\dot{U} = Ssm * \left(Csm - \frac{P}{100} * 6,40 \right)$$

$$\dot{U} = 137140 * \left(1 - \frac{9,3}{100} * 6,40 \right) = 55514 \text{ Kč za cca 92 hod}$$

Při využití 70%, tj. 6000 hod/rok, je roční úspora této ohřívací pece 3,6 mil Kč. Uvedené hodnoty úspor lze použít pro vyhodnocení ekonomické návratnosti instalace nových topných systémů.

6.5. Porovnání alternativních řešení u ohřívacích pecí

Obdobně lze u ohřívacích pecí porovnat rozdíl nákladů na palivo při konečném řešení s centrálními rekuperátory a s regeneračním topením. Pro případ sledovaného ohřevu v peci č.6, je rozdíl ve spotřebě tepla $650 - 433 = 217 \text{ GJ}$. Tomu odpovídá rozdíl ve spotřebě zemního plynu 6382 m^3 a při ceně plynu $6,40 \text{ Kč/m}^3$ úspora ve prospěch regeneračního topení $40845,- \text{ Kč}$ na jeden ohřev a cca 2,7 mil Kč za rok. Protože cena uvedeného regeneračního topného systému REGENS je velmi příznivá a podle našich zkušeností v podstatě srovnatelná s cenou topného systému s centrálními rekuperátory, nelze v tomto případě hovořit o ekonomické návratnosti a uvedená částka je přímo okamžitou roční úsporou již od prvního roku provozování pece.

Tab.č.5.1. Úspory plynu

Spotřeba plynu a tepla	spotřeba směsného plynu m^3_{N}	spotřeba tepla GJ	spotřeba zemního plynu m^3_{N}	úspora tepla přivedeného v plynu %
Stávající pec	68 558	389	-	
Nová pec	-	250	7 353	36%

Tab.č.5.2. Úspory plynu

Pec č. 6	spotřeba směsného plynu m^3_{N}	spotřeba tepla GJ	spotřeba zemního plynu m^3_{N}	úspora tepla přivedeného v plynu %
Současný stav	137 140	777,6	-	
Centrální rekuperace	-	650	19 117	16%
Regenerace		433	12 750	45%

7. ZÁVĚR

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval problematikou vytápění průmyslových pecí doposud používaným koksárenským plynem provozu těchto pecí na zemní plyn. Přejít na nový druh topného média si vyžádal změnu jak v úpravě technologii provozu pecí, tak změny ve vlastních ocelových konstrukcích těchto pecí a jejich izolačních vyzdívek. Díky dalšímu rozvoji v elektrotechnickém odvětví je přechod provozu pecí provázen i změnou v řízení topného systému za pomoci moderní digitální elektrotechniky a počítačových systémů, díky nimž lze dosáhnout efektivnějšího uspokojení a hlavně celkového úspěšnějšího provozu.

Dále jsem se v této práci zabýval, zda z ekonomického hlediska je lepší rekonstruovat nebo stavět nové průmyslové pece a došel jsem k závěru, že pro provozovatele průmyslových pecí je lepší tyto pece rekonstruovat.

Vzhledem k výsledkům provedeného celkového zhodnocení lze konstatovat, že navržená racionalizační opatření budou pro VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY přínosem.

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Doc. Ing. Josefu Novákovi, Csc. Z katedry mechanické technologie VŠB-TU OSTRAVA za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této bakalářské práce.

Rád bych také poděkoval vedení a spolupracovníkům podniku Vítkovice Mechanika a.s. za ochotu a trpělivost, které projevili při osobních konzultacích a při získávání podkladu k této práci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- NOVÁK, Josef. *Racionalizace výroby: Inovace studijních programů strojních oborů jako odezva na* [online]. Ostrava, 2007. 75 s. Učební text. Vysoká škola Báňská- Technická univerzita Ostrava. Dostupné z WWW: <<http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/racionalizace-vyroby.pdf>>.
- Ústav využití plynu Brno, s.r.o. [online]. 2010 [cit. 2010-05-13]. Regenerační systém REGENS. Dostupné z WWW: <<http://www.uvp.cz/plynove-horaky/regeneracni-system-regens.html>>.
- Teplotechna Ostrava, a.s. [online]. 2002 [cit. 2010-05-13]. Žárotechnika. Dostupné z WWW: <<http://www.tto.cz/vyzdivky.html>>.
- Průmyslové pece. *Vítkovické noviny*. Srpen 2009, 8., s. 2.

PŘÍLOHY

- Příloha č.1 Vnější pohled na osazení rekuperačních hořáku do žíhací pece.
- Příloha č.2 Čelní pohled na hořák s vnitřní rekuperací

Příloha.č.1



Příloha.č.2.

